

PCT/JP 2004/004866

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

02. 4. 2004

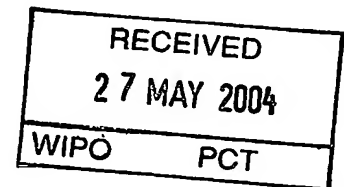
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 3 年 4 月 3 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 3 - 1 0 0 8 6 2
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 1 0 0 8 6 2]

出 願 人
Applicant(s): ミネベア株式会社

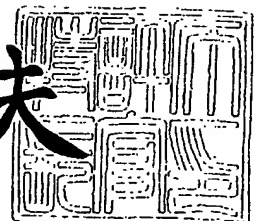


PRIORITY
DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b).

2 0 0 4 年 5 月 1 3 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 3 9 8 4 7

【書類名】 特許願

【整理番号】 A-3140

【提出日】 平成15年 4月 3日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H02K 33/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区大森西 4 - 1 8 - 1 8 ミネベア株式会社
大森製作所内

【氏名】 趙 申

【特許出願人】

【識別番号】 000114215

【氏名又は名称】 ミネベア株式会社

【代表者】 山本 次男

【代理人】

【識別番号】 100096884

【弁理士】

【氏名又は名称】 末成 幹生

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 053545

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0213198

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ロータリーアクチュエータ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の永久磁石を有する固定子と、複数の突極が形成された回転子鉄心および該回転子鉄心に巻回された回転子コイルを有する回転子とを具備し、前記回転子コイルに通電することにより前記回転子と前記固定子との相対角度位置を変異させ、通電した電流にほぼ比例する磁気トルクを前記回転子と固定子との間に発生する磁気トルク発生部と、

前記回転子と前記固定子との相対角度変異量にほぼ比例した量変形し、前記磁気トルクの逆方向に向かうトルクを発生する弾性部材とを備えたことを特徴とするロータリーアクチュエータ。

【請求項 2】 前記回転子または前記固定子が一方向へ回転したときに該回転子または前記固定子とともに回転して前記弾性部材を変形させる弾性部材駆動手段を備えたことを特徴とする請求項 1 に記載のロータリーアクチュエータ。

【請求項 3】 前記回転子または前記固定子が一方向へ回転したときに該回転子または前記固定子とともに回転して前記弾性部材を変形させる第 1 弾性部材駆動手段と、前記回転子または前記固定子が逆方向へ回転したときに該回転子または前記固定子とともに回転して弾性部材を変形させる第 2 弾性部材駆動手段とを備えたことを特徴とする請求項 1 に記載のロータリーアクチュエータ。

【請求項 4】 前記回転子または前記固定子の一方向に向かう磁気トルクが負荷される第 1 弾性部材と、前記回転子または前記固定子の逆方向に向かう磁気トルクが負荷される第 2 弾性部材とを備えたことを特徴とする請求項 1 に記載のロータリーアクチュエータ。

【請求項 5】 前記第 1、第 2 弾性部材の弾性係数が互いに異なることを特徴とする請求項 4 に記載のロータリーアクチュエータ。

【請求項 6】 前記弾性部材に予荷重をかけて予め変形させたことを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載のロータリーアクチュエータ。

【請求項 7】 前記固定子は 2 つの永久磁石を備え、前記回転子鉄心は 2 つの突極を備え、

前記永久磁石の磁極境界部の肉厚を中央部の肉厚の90～95%とし、
前記突極の中央部から前記回転子鉄心の回転中心までの距離を、前記突極の境界部から前記回転子鉄心の回転中心までの距離の99%以下とし、
前記突極の境界部と前記回転子鉄心の回転中心との連線間の角度を100°以上としたことを特徴とする請求項1～6のいずれかに記載のロータリーアクチュエータ。

【請求項8】 前記永久磁石の磁極境界部の肉厚を中央部の肉厚より小さくし、

前記突極の中央部から前記回転子鉄心の回転中心までの距離を、前記突極の境界部から前記回転子鉄心の回転中心までの距離より小さくし、

前記突極の境界部と前記回転子鉄心の回転中心との連線間の角度を鈍角となるように形成したことを特徴とする請求項1～7のいずれかに記載のロータリーアクチュエータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、2つの永久磁石を有する固定子と、2つの突極が形成された回転子鉄心および該回転子鉄心に巻回された回転子コイルを有する回転子とを備え、回転子コイルに通電することにより、回転子と固定子の相対角度位置を変位させるロータリーアクチュエータに関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、例えば、エンジンの吸入空気量は、スロットルボディに取り付けられているバルブを、DCモータにより開閉駆動することにより調節されていた。DCモータを用いる場合、モータの出力トルクをスパーギアによる2段減速機構で、11倍増幅してからスロットルボディのバタフライバルブを駆動し、バルブの開角度を薄膜抵抗体と金属ブラシからなるポテンシオ角度検出器により検出する。しかしながら、DCモータを用いる場合、スパーギアによるバックラッシュが避けられず、バルブ開角度を正確に制御することが難しい。また、バルブ開角度を

検出するポテンシオ角度検出器において、薄膜抵抗体と金属ブラシとが摺動するため、耐久性、寿命、精度への悪影響が避けられない。

【0003】

一方、バックラッシュの原因となるギアを用いる必要がないロータリーアクチュエータを上記のような回転制御に用いることが考えられる。例えば、特許文献1では、固定子である1対の磁極を有する固定子鉄心に固定子コイルを巻回し、該固定子の周囲に円筒形の回転子を設け、該回転子の内側には、上記固定子鉄心に対面するように、1対の永久磁石を固定するロータリーアクチュエータが提案されている。該従来技術では、上記1対の永久磁石の各々において、その両端部の肉厚を中央部の肉厚の9割以下となるように設定している。このように、永久磁石の肉厚を制御することにより、無通電時トルクに反転トルクが発生することがなく、回転子を2つの目標位置までだけ常に確実に回転移動させることができるようになっている。

【0004】

【特許文献1】

特開平9-163708号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上述した従来技術によるロータリーアクチュエータは、無通電時に回転子が0°位置に止まり、通電時には、回転子がある角度まで回転し、断電すれば、永久磁石のトルクで0°位置に戻るようになっている。このため、任意の角度位置で回転子を停止させることはできない。したがって、従来技術によるロータリーアクチュエータでは、上述したようなエンジンの吸入空気量を調節するためのバルブの開き具合を制御することは不可能である。

【0006】

この発明は上述した事情に鑑みてなされたもので、簡単な構造で、励磁電流の大きさと通電方向に応じて任意の回転角度位置へ変位させることができるロータリーアクチュエータを提供することを目的としている。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明に係るロータリーアクチュエータは、複数の永久磁石を有する固定子と、複数の突極が形成された回転子鉄心および該回転子鉄心に巻回された回転子コイルを有する回転子とを具備し、回転子コイルに通電することにより回転子と固定子との相対角度位置を変異させ、通電した電流にはほぼ比例する磁気トルクを回転子と固定子との間に発生する磁気トルク発生部と、回転子と固定子との相対角度変異量にはほぼ比例した量変形し、前記磁気トルクの逆方向に向かうトルクを発生する弾性部材とを備えたことを特徴としている。

【0008】

上記構成のロータリーアクチュエータにあつては、回転子に励磁電流を供給するとその電流にはほぼ比例する磁気トルクが回転子と固定子との間に発生して回転子と固定子との相対回転角度位置を変異させる。これにより、弾性部材が変形させ、発生した磁気トルクが弾性部材の反発力（反対トルク）と一致した角度位置で停止する。したがって、回転子または固定子は、供給された励磁電流の大きさにはほぼ比例した角度相対回転するので、種々の機械構造においてギア等を介することなく簡単な構造で、励磁電流の大きさと通電方向に応じて任意の回転角度位置の制御を行うことができる。なお、本発明では、「回転子」および「固定子」という用語を用いているが、本発明の適用において回転子または固定子のいずれが固定または回転するかは任意である。

【0009】

上記構成のロータリーアクチュエータでは、通電方向を逆にすると逆方向の磁気トルクが発生する。そこで、逆方向の回転も制御するために、回転子または固定子の一方方向に向かう磁気トルクが負荷される第1弾性部材と、回転子または固定子の逆方向に向かう磁気トルクが負荷される第2弾性部材とを備えると好適である。

【0010】

また、第1、第2弾性部材の弾性係数を互いに異なるように設定すると、同じ電流値で通電しても回転子および固定子の相対回転角度位置が異なるので、さらに応用範囲が広がる。

【0011】

さらに、弾性部材としてコイルばねを用いることにより、1つの弾性部材で逆方向の回転も制御することができる。すなわち、コイルばねの一端部が取り付けられ回転子が一方向へ回転したときに該回転子とともに回転してコイルばねを変形させる第1ばね駆動手段と、コイルばねの他端部が取り付けられ回転子が逆方向へ回転したときに該回転子とともに回転してコイルばねを変形させる第2ばね駆動手段とを備える。この態様では、回転子がいずれの方向へ回転してコイルばねを変形（例えば締め付ける）ことができる。

【0012】

また、弾性部材に予荷重をかけて予め変形させておくと、部品の製造誤差や組立誤差に起因する部品どうしの隙間が解消され、回転子が回転し始めたときの遊びが無くなるという利点がある。

【0013】

本発明における磁気トルク発生部は、固定子に2つの永久磁石を備え、回転子鉄心に2つの突極を備え、永久磁石の磁極境界部の肉厚を中央部の肉厚の90～95%とし、突極の中央部から回転子鉄心の回転中心までの距離を、突極の境界部から回転子鉄心の回転中心までの距離の99%以下とし、突極の境界部と回転子鉄心の回転中心との連線間の角度を100°以上とすることが望ましい。


【0014】

上記のような磁気トルク発生部によれば、回転子コイルへの一定の励磁電流に対して、回転子鉄心の90°以上の回転角度範囲において磁気トルクが一定となり、励磁電流に比例して大きくなる。また、励磁電流を逆に印加すると、磁気トルクが逆方向となるので、簡単な構造で、励磁電流の大きさと通電方向に応じて任意の回転角度位置へ変位させることが可能となる。

【0015】

回転子コイルへの一定の励磁電流に対して、回転子鉄心と固定子との90°以上の相対回転角度範囲において磁気トルクを一定とするための具体的な構成として以下の態様を例示することができる。

【0016】



まず、永久磁石の磁極境界部の肉厚を中央部の肉厚より小さくし、突極の中央部から回転子鉄心の回転中心までの距離を、突極の境界部から回転子鉄心の回転中心までの距離より小さくし、突極の境界部と回転子鉄心の回転中心との連線間の角度を鈍角となるように形成する構成を採用することができる。

【0017】

また、回転子鉄心と永久磁石とのそれぞれの対向面を、中心位置が異なる円弧面から形成したり、回転子鉄心に対向する永久磁石の対向面を楕円面状に形成したり、永久磁石の磁極境界部における回転子鉄心に対向する対向面を平坦にカットした形状となるように形成することもできる。

【0018】

また、永久磁石に対向する回転子鉄心の対向面を、中心位置が異なる円弧面から形成することができ、さらに、永久磁石の磁極境界部に無着磁領域を形成することもできる。

【0019】

【発明の実施の形態】

1. 第1実施形態


A. 第1実施形態の構成

次に図1～図10を参照してこの発明の実施形態について説明する。図1は、本発明の第1実施形態によるロータリーアクチュエータの構造を示す縦断面図である。このロータリーアクチュエータは、磁気トルク発生部Aと、反対トルク発生部Bとから概略構成されている。まず、磁気トルク発生部の構成について説明する。

【0020】

図において、1a, 1bは、1対の永久磁石であり、固定子であるヨーク2の内壁面に固定されている。永久磁石1aは、内側にN極、外側（ヨーク側）にS極を有し、永久磁石1bは、内側にS極、外側（ヨーク側）にN極を有する。回転子鉄心3は、突極3a, 3aを有し、該突極3a, 3aの間には回転子コイル5が巻回されている。回転子鉄心3の中央には回転軸4が設けられている。

【0021】



次に、上記ヨーク 2 は、ホルダ 6 および定位ホルダ 8 に固定されており、該ホルダ 6 および定位ホルダ 8 には、貫通する回転軸 4 を回転自在に保持する軸受 7 a, 7 b が設けられている。また、図 4 には、回転子コイル 5 に励磁電流を流し、回転子鉄心 3 が 90° 回転した状態を示している。

【0022】

次に、図 5 (a), (b) は、上記回転子鉄心の構造を示す平面図および上記永久磁石の構造を示す平面図である。図 5 (a) に示すように、回転子鉄心 3 に形成されている突極 3 a, 3 a は、半径 R 3 の中央部円弧 3 b と半径 R 4 の境界部円弧 3 f とを有する。すなわち、突極 3 a, 3 a の永久磁石 1 a, 1 b に対向する対向面は、その中央部 3 b, 3 b と境界部 3 f, 3 f とで異なる半径の円弧で形成されており、それぞれの円弧の半径 R 3 と半径 R 4 の中心は、距離 G だけずれている。より具体的には、突極 3 a, 3 a の中央部から回転子鉄心 3 の回転中心までの距離を、突極 3 a, 3 a の境界部から回転子鉄心 3 の回転中心までの距離の 99% 以下になるようにしている。

【0023】

また、図 5 (b) に示すように、永久磁石 1 a, 1 b は、半径 R 1 の回転子対向面円弧と半径 R 2 の反対面円弧とを有する。すなわち、永久磁石 1 a, 1 b の各々の磁極境界部分の肉厚 B を、磁極中央部分の肉厚 A の約 90~95% の間となるようにしている。また、永久磁石 1 a, 1 b における回転子対向面円弧中心と反対面円弧中心とは、距離 E だけずれている。


【0024】

次に、反対トルク発生部 B の構成について説明する。

図 1 に示すように、ホルダ 6 の表面には、筒状のばねハウジング 39 がボルト 20 によって取り付けられている。ばねハウジング 39 の内周部とホルダ 6 の表面には、ばね固定板 38 が相対回転を阻止された状態で挟持されている。ばねハウジング 39 の内周部には、ばね輪 31 が回転軸 4 によって回転自在に支持されている。

【0025】

図 8 に示すように、ばね輪 31 の表面には、 180° 互いに離間した凸部 31



aが形成され、一方の凸部31aには、表裏面に貫通する孔31bが形成されている。ばね輪31は、ばね固定板38と間隔をあけて配置され、ばね輪31とばね固定板38との間には、コイルばね（弾性部材）36が取り付けられている。コイルばね36の一端部はばね輪31の孔31bに挿入され、他端部はばね固定板38に形成した孔（図示略）に挿入されている。

【0026】

一方、ばねハウジング39の内周部には、ばね輪31と隣接する一对のストッパ30a、30bが180°互いに離間して配置されている。ストッパ30a、30bは、ばねハウジング39の内周部に形成されたアリ溝39aに嵌合させられている。図2に示すように、ばね輪31は、その凸部31aが一方のストッパ30aを離れて他方のストッパ30bに当接するまで回転可能である。その回転に伴って、ばね輪31はコイルばね36を締め付ける。

【0027】

回転軸4には、ばね駆動輪35がばね輪31に隣接して取り付けられている。なお、図において符号34は回転軸4とばね駆動輪35との相対回転を阻止するキーである。ばね駆動輪35の外周部には、半径方向へ突出する一对の凸部35aが180°互いに離間して形成されている。凸部35aどうしの外径はストッパ30a、30bどうしの内径よりも小さいため、ばね駆動輪35はストッパ30a、30bに拘束されずに回転可能である。一方、凸部35aは、その回転軌跡がばね輪31の凸部31aと重複しているため、回転軸4を回転させてばね駆動輪35を回転させると、ばね駆動輪35の凸部35aがばね輪31の凸部31aに当接する。これにより、ばね輪31が回転させられ、コイルばね36が締め付けられる。

【0028】

なお、図1において符号32はカバーであり、カバー32は、回転軸4に螺合されたボルト33によってばねハウジング39に取り付けられている。このカバー32は、ストッパ30a、30bの抜止めとなっている。

【0029】

B. 第1実施形態の動作

次に、上記構成のロータリーアクチュエータの動作について説明する。

図6は、励磁電流を変えた場合の回転子の回転角度と磁気トルクとの関係の一例を示す概念図である。図示するように、一定の励磁電流に対して、回転子鉄心3の 90° 以上の回転角度範囲において磁気トルクが一定であり、磁気トルクが、励磁電流に比例して大きくなることが分かる(以下、その回転角度範囲を「比例範囲」と称する)。また、励磁電流を逆に印加すると、磁気トルクが逆方向となることも分かる。

【0030】

すなわち、上記のようなトルク発生部Aによれば、永久磁石1a, 1bの磁極境界部の肉厚を中央部の肉厚の $90\sim95\%$ とし、突極3a, 3aの中央部から回転子鉄心3の回転中心までの距離を、突極3a, 3aの境界部から回転子鉄心3の回転中心までの距離の 99% 以下とし、さらに、突極3a, 3aの境界部と回転子鉄心3の回転中心との連線間の角度を 100° 以上としたので、回転子コイル5に励磁電流を通電した場合には、励磁電流による磁気トルクの大きさと方向は、回転子鉄心3の 90° 以上の比例範囲において、励磁電流の大きさと方向とに比例し、通電しない場合には、永久磁石1a, 1bによるトルクが回転子鉄心3のこの比例範囲でゼロとなる。

【0031】

図7には、励磁電流を供給することで、非通電状態の回転子鉄心3の回転角度「 0° 」から「 180° 」までの回転角度範囲において、 20° ずつ回転子鉄心3が回転する様子が示されている。回転子鉄心3の磁気トルクは、前述したように、 90° 以上の比例範囲で励磁電流の大きさに比例する。したがって、回転子鉄心3に反対トルク発生部Bから反対トルクを負荷することにより、励磁電流を適宜に選択して印加することで回転子鉄心3を 90° 以上の比例範囲に任意の回転角度に回転させることができ、励磁電流の通電を止めれば、反対トルク発生部Bからの反対トルクにより回転子鉄心3を元の位置に戻すことができる。

【0032】

図10に示すように、第1実施形態では、回転子鉄心3の回転角度「 40° 」から「 130° 」までの 90° の範囲で大きさの一定な励磁電流に対する磁気ト



ルクがほぼ一定である。そこで、図10において 130° の位置が回転子鉄心3の原点に設定されている。つまり、図2においてばね輪31の凸部31aがストッパ30a, 30bに当接している状態が原点位置であり、コイル5に励磁電流を供給することによって回転子鉄心3は図2に示す状態から反時計方向に回転する。図10に示すように、この原点位置の状態でコイルばね36には予荷重が加えられている。この予荷重によってコイルばね36から回転子鉄心3に与えられる反対トルクは、コイル5に0.15Aの励磁電流を供給したときに発生するトルクとほぼ一致している。

【0033】

励磁電流を0.15Aよりも大きくすると、回転子と固定子との間に発生する磁気トルクが増加するために回転子は回転する。しかしながら、回転子の回転は、回転軸4およびばね駆動輪35を介してばね輪31に伝達され、ばね輪31がコイルばね36を締め付ける。これにより、コイルばね36により発生する反対トルクが大きくなり、回転子が発生するトルクと釣り合った角度位置で回転子は停止する。図10には、回転子の回転角度（ストローク）に対するコイルばね36の反対トルクを直線で併記してあり、この直線と励磁電流が0.30A、0.45A、0.60Aのときの回転子の磁気トルク曲線との交点が回転角度（ストローク）を表す。たとえば、励磁電流が0.60Aのときは、回転子は 90° ($130^\circ - 40^\circ$) 回転する。

【0034】

上記構成のロータリーアクチュエータにあっては、回転子に励磁電流を供給するとその電流にほぼ比例する磁気トルクが回転子と固定子との間に発生してコイルばね36を変形させ、発生した磁気トルクがコイルばね36の反対トルク一致した角度位置で停止する。したがって、回転子は、通電された電流の大きさにほぼ比例した角度回転するので、種々の機械構造における角度制御に適用することができる。したがって、このロータリーアクチュエータを例えばスロットルボディのバルブに適用した場合、バルブを直接駆動することができ、減速機構を必要とせず、さらに、バルブ開角度が励磁電流の大きさと比例するため、バルブ開角度を高精度で制御することができる。また、ブラシレスのため、耐久性、寿命を

向上させることができる。また、バルブ開角度が励磁電流の大きさと比例するため、耐久性、寿命、精度に問題のある、バルブ開角度を検出するための検出機構を用いる必要がない。また、スパーギア減速機能などを必要としないため、コストダウン、信頼性の向上を図ることができる。また、低い励磁電流で高い磁気トルクが得られ、高磁気トルクでの長時間運転が可能となる。また、永久磁石にフェライト磁石などの安価な磁性材料を用いることができ、コストダウンにつながる。

【0035】

2. 第2実施形態

図11～図13を参照して本発明の第2実施形態を説明する。第2実施形態のロータリーアクチュエータは、図8および図9に示すばね輪31およびばね駆動輪35を2個ずつ用いて回転子を2方向に回転制御できるように構成したものである。したがって、第2実施形態の構成要素は第1実施形態のものと同一であるので、個々の構成要素の説明は省略して組付状態のみ説明する。

【0036】


図11に示すように、第1実施形態のばね固定板38が配置されていた箇所には、ストッパ30a、30bが配置され、ストッパ30a、30bの内周側では、ばね駆動輪35がキー34によって回転軸4に取り付けられている。ばね駆動輪35の隣には、ばね輪31がその凸部31aの回転軌跡がストッパ30a、30bと重複するように回転軸4に回転自在に支持されている。そして、このばね輪31と間隔をあけてばね輪31およびばね駆動輪35が上記第1実施形態と同様に配置され、ばね輪31同士の間には、両端部をばね輪31の孔31bにそれぞれ挿入したコイルばね36が介装されている。

【0037】

図12に示すように、原点位置において、先端側のばね輪31の凸部31aはストッパ30a、30bの反時計方向に隣接して配置され、内側のばね輪31の凸部31aはストッパ30a、30bの時計方向に隣接して配置される。

【0038】

回転子のコイル5に励磁電流を供給すると回転子が図12において反時計方向



に回転し、それに伴ってばね駆動輪 35 およびばね輪 31 も反時計方向に回転する。このときのトルクはコイルばね 36 に伝達されるが、内側のばね輪 31 の凸部 31a がストッパ 30a, 30b に当接しているため、内側のばね輪 31 は回転しない。このため、先端側のばね輪 31 が回転した分だけコイルばね 36 が締め付けられる。

【0039】

図 13 に示すように、回転子の原点位置は 105° とされ、回転子は 105° の位置から 40° の方向へ回転する。図 13 には、コイルばね 36 に予荷重をかけた場合のストローク特性を実線、予荷重をかけない場合のストローク特性を破線で示している。回転子の上記回転方向は、コイルばね 36 を先端側から見て反時計方向に回転させて締め付ける方向である。

【0040】

次に、回転子のコイル 5 への励磁電流の供給を停止すると、回転子と固定子との間にトルクが発生しなくなるから、コイルばね 36 の反対トルクによって回転子は原点位置まで復帰する。そして、励磁電流の方向を逆にして供給すると、回転子には上記と逆方向のトルクが発生する。すなわち、回転子は図 12 において時計方向に回転するから、先端側のばね輪 31 がストッパ 30a, 30b によって止められた状態で、内側のばね駆動輪 35 およびばね輪 31 が時計方向に回転する。この場合において、コイルばね 36 に予荷重をかけている場合には、励磁電流が 0.15 A を超えてから回転子は回転する。また、そのときの回転子の回転角度は、励磁電流の大きさに比例する。


【0041】

上記構成のロータリーアクチュエータにおいても第 1 実施形態と同等の作用、効果を得ることができる。特に、第 2 実施形態では、回転子の逆方向の回転も制御することができるので、応用範囲が広がる。

【0042】

3. 第 3 実施形態

図 14 ～図 19 を参照して本発明の第 3 実施形態を説明する。第 3 実施形態のロータリーアクチュエータは、ばね定数が互いに異なる 2 つのコイルばねを使用



した点で第1実施形態と異なっている。

【0043】

図14に示すように、ばねハウジング39の内周部とホルダ6の表面には、第1実施形態と同様に、ばね固定板38が相対回転を阻止された状態で挟持されている。ばねハウジング39の内周部には、内周ばね輪12が回転軸4によって回転自在に支持されている。

【0044】

図17に示すように、内周ばね輪12の表面には、180°互いに離間した凸部12aが形成され、一方の凸部12aには、表裏面に貫通する孔12bが形成されている。内周ばね輪12は、ばね固定板38と間隔をあけて配置され、内周ばね輪12とばね固定板38との間には、内周コイルばね（弾性部材）11が取り付けられている。内周コイルばね11の一端部は内周ばね輪12の孔12bに挿入され、他端部はばね固定板38に形成した孔（図示略）に挿入されている。

【0045】

内周ばね輪12の外周には、外周ばね輪18が回転自在に支持されている。図16に示すように、外周ばね輪18の表面には、180°互いに離間した凸部18aが形成され、一方の凸部18aには、表裏面に貫通する孔18bが形成されている。外周ばね輪18とばね固定板38との間には、内周コイルばねよりも大きなばね定数を有する外周コイルばね（弾性部材）10が取り付けられている。外周コイルばね10の一端部は外周ばね輪18の孔18bに挿入され、他端部はばね固定板38に形成した孔（図示略）に挿入されている。

【0046】

一方、ばねハウジング39の内周部には、内周ばね輪12および外周ばね輪18と隣接する一対のストッパ17a, 17bが180°互いに離間して配置されている。ストッパ17a, 17bは、ばねハウジング39の内周部に形成されたアリ溝39aに嵌合させられている。図15に示すように、原点位置において、内周ばね輪12の凸部12aはストッパ17a, 17bの反時計方向に隣接して配置され、外周ばね輪18の凸部18aはストッパ17a, 17bの時計方向に隣接して配置される。そして、それら凸部12a, 18aは、ストッパ17a,



17bから先端側に突出している。

【0047】

回転軸4の先端には、ばね駆動輪13が取り付けられている。図18に示すように、ばね駆動輪13の一端面には、軸線方向へ突出する一対の内周凸部13aが180°互いに離間して形成されている。また、ばね駆動輪13の外周部には、半径方向へ突出する一対の外周凸部18bが180°互いに離間して形成されている。このばね駆動輪13は、内周凸部13aを内側へ向けて回転軸4にキー34によって取り付けられている。そして、図14のA-A線矢視である図15に示す取付状態において、内周凸部13aは、内周ばね輪12の凸部12aに時計方向で隣接し、外周凸部13bは、外周ばね輪18の凸部18aに反時計方向で隣接している。

【0048】


回転子のコイル5に励磁電流を供給すると回転子が図15において時計方向に回転し、励磁電流の方向を逆にして供給すると回転子が図15において反時計方向に回転する。そして、上記構成によれば、回転軸4を図15において時計方向に回転させると、ばね駆動輪13の外周凸部13bが外周ばね輪18の凸部18aに当接し、外周ばね輪18が回転させられて外周コイルばね10が締め付けられる。また、回転軸4を図15において反時計方向に回転させると、ばね駆動輪13の内周凸部13aが内周ばね輪12の凸部12aに当接し、内周ばね輪12が回転させられて内周コイルばね11が締め付けられる。

【0049】

図19に示すように、回転子の原点位置は120°とされ、回転子は120°の位置から45°の方向へ回転する。図19には、内周コイルばね11および外周コイルばね10に予荷重をかけた場合のストローク特性を実線、予荷重をかけない場合のストローク特性を破線で示している。回転子の上記回転方向は、内周コイルばね11を先端側から見て反時計方向に回転させて締め付ける方向である。

【0050】

次に、回転子のコイル5への励磁電流の供給を停止すると、回転子と固定子と



の間に磁気トルクが発生しなくなるから、内周コイルばね 11 の反対トルクによって回転子は原点位置まで復帰する。そして、励磁電流の方向を逆にして供給すると、回転子と固定子との間には上記と逆方向の磁気トルクが発生する。すなわち、回転子は図 15 において時計方向に回転するから、内周ばね輪 12 がストッパ 17a, 17b によって止められた状態で、ばね駆動輪 13 および外周ばね輪 18 が時計方向に回転し、外周コイルばね 10 を締め付ける。

【0051】

外周コイルばね 10 のばね定数は内周コイルばね 11 のそれよりも大きいいため、図 19 に示すように、逆向きの励磁電流を供給した場合には同じ大きさの励磁電流に対して回転子の回転角度が小さい。したがって、このロータリーアクチュエータでは、回転方向によって制御の精度を変更することができる。


【0052】

なお、上述した実施形態において、永久磁石 1a, 1b の磁極境界部の肉厚 B を中央部の肉厚 A より小さくするために、回転子鉄心 3 に対向する永久磁石 1a, 1b の対向面と、ヨーク 2 に固定されている固定面とを、中心位置が異なる円弧面から形成するようにしたが、回転子鉄心 3 に対向する永久磁石 1a, 1b の対向面を楕円面状に形成するか、あるいは永久磁石 1a, 1b の磁極境界部において、回転子鉄心 3 に対向する対向面を平坦にカットした形状となるように形成するようにしてもよい。また、永久磁石 1a, 1b の磁極境界部に無着磁領域を形成しても、肉厚を徐々に小さくしたのと同様の効果が得られる。

【0053】

また、上述した実施形態において、突極 3a, 3a の中央部から回転子鉄心 3 の回転中心までの距離を、突極 3a, 3a の境界部から回転子鉄心 3 の回転中心までの距離より小さくするために、永久磁石 1a, 1b に対向する回転子鉄心 3 の対向面を、中心位置が異なる円弧面から形成するようにしたが、永久磁石 1a, 1b に対向する回転子鉄心 3 の対向面を楕円面状に形成するか、あるいは回転子鉄心 3 の突極境界部における永久磁石 1a, 1b に対向する対向面を平坦にカットした形状となるように形成するようにしてもよい。

【0054】



なお、上記実施形態では回転子が固定子に対して回転するように説明したが、本発明は、固定された回転子に対して固定子が回転する構成や両者が共に相対回転する構成にも適用することができる。本発明のロータリーアクチュエータは、スロットバルブ、圧力調整弁、比例バイパス弁等のバルブ類は勿論のこと、コンピュータのドライブの駆動等の周辺機器、自動金銭支払機、レーザ偏光装置の制御、人工衛星のパラボラアンテナやソーラー発電装置の向きの制御、カメラの自動追尾装置の制御などあらゆる分野での適用が可能である。

【0055】

【発明の効果】

以上、説明したように、この発明によれば、複数の永久磁石を有する固定子と、複数の突極が形成された回転子鉄心および該回転子鉄心に巻回された回転子コイルを有する回転子とを具備し、回転子コイルに通電することにより、通電した電流にほぼ比例するトルクを回転子と固定子との間に発生する磁気トルク発生部と、回転子と固定子との相対角度変位量にほぼ比例した量変形する弾性部材とを備えているから、種々の機械構造においてギア等を介することなく簡単な構造で、励磁電流の大きさと通電方向に応じて任意の回転角度位置の制御を行うことができる等の効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1実施形態によるロータリーアクチュエータの構造を示す縦断面図である。

【図2】 図1のA-A線矢視である。

【図3】 第1実施形態によるロータリーアクチュエータの構造を示す軸断面図である。

【図4】 図3に示す状態から回転子コイルに励磁電流を流して回転子鉄心が90°回転した状態を示す軸断面図である。

【図5】 (a)は回転子鉄心の構造を示す平面図、(b)は永久磁石の構造を示す平面図である。

【図6】 励磁電流の大きさを変えた場合の回転子の回転角度位置と磁気トルクとの関係の一例を示すグラフである。

【図 7】 回転子鉄心が回転する様子を示す軸断面図である。

【図 8】 ばね輪を示す図であって、(a) は裏面図、(b) は縦断面図、(c) は平面図である。

【図 9】 ばね駆動輪を示す図であって、(a) は縦断面図、(b) は平面図である。

【図 10】 励磁電流の大きさを変えた場合の回転子の回転角度位置と磁気トルクおよびコイルばねによる反対トルクとの関係を示すグラフである。

【図 11】 本発明の第 2 実施形態によるロータリーアクチュエータの構造を示す縦断面図である。

【図 12】 図 11 の A-A 線矢視である。

【図 13】 第 2 実施形態において励磁電流の大きさと方向を変えた場合の回転子の回転角度位置と磁気トルクおよびコイルばねによる反対トルクとの関係を示すグラフである。

【図 14】 本発明の第 3 実施形態によるロータリーアクチュエータの構造を示す縦断面図である。

【図 15】 図 14 の A-A 線矢視である。

【図 16】 外周ばね輪を示す図であって、(a) は裏面図、(b) は縦断面図、(c) は平面図である。

【図 17】 内周ばね輪を示す図であって、(a) は縦断面図、(b) は平面図である。

【図 18】 ばね駆動輪を示す図であって、(a) は平面図、(b) は縦断面図、(c) は裏面図である。

【図 19】 第 3 実施形態において励磁電流の大きさと方向を変えた場合の回転子の回転角度と磁気トルクおよびコイルばねによる反対トルクとの関係を示すグラフである。

【符号の説明】

1 a, 1 b 永久磁石

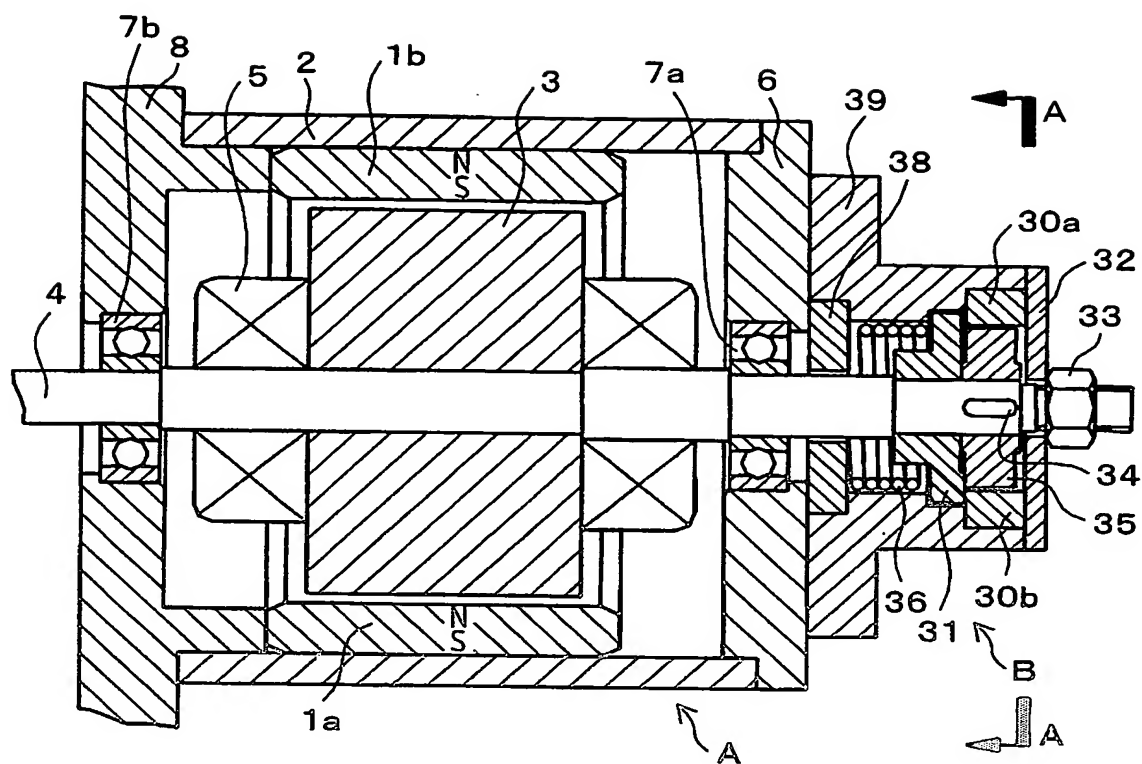
3 回転子鉄心

3 a, 3 a 突極

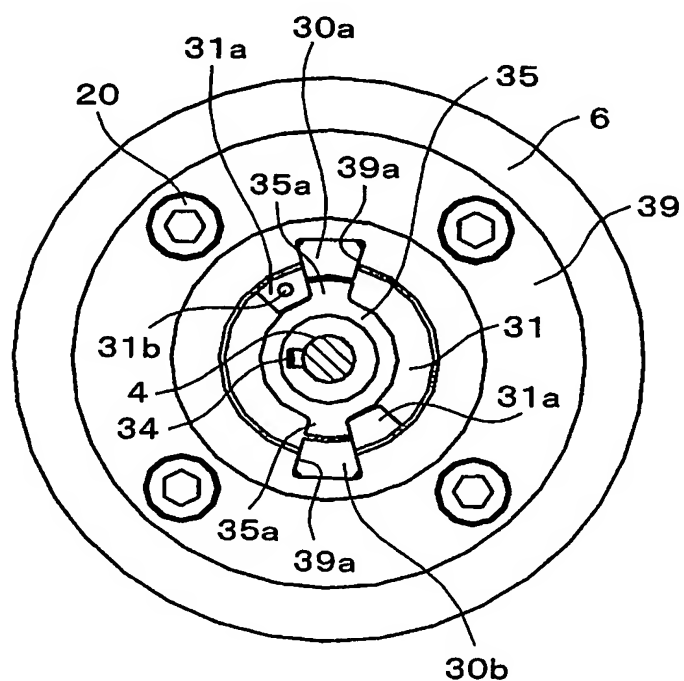
- 4 回転軸
- 5 回転子コイル
- 1 0 外周コイルばね (弾性部材)
- 1 1 内周コイルばね (弾性部材)
- 1 2 内周ばね輪
- 1 3 ばね駆動輪
- 1 8 外周ばね輪
- 3 0 a, 3 0 b ストップ
- 3 1 ばね輪
- 3 5 ばね駆動輪
- 3 6 コイルばね (弾性部材)
- 3 8 ばね固定板
- A 磁気トルク発生部
- B 反対トルク発生部

【書類名】 図面

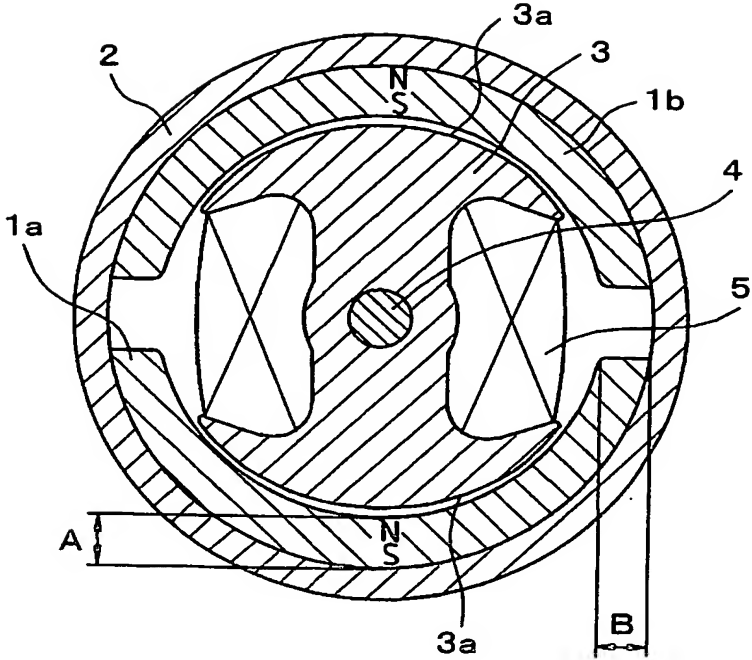
【図 1】



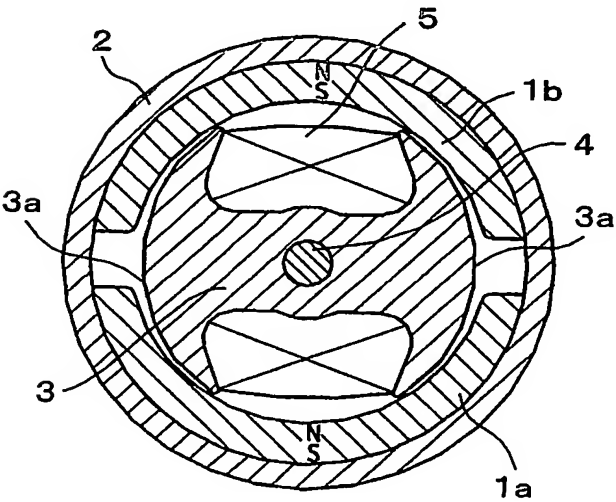
【図 2】



【図3】

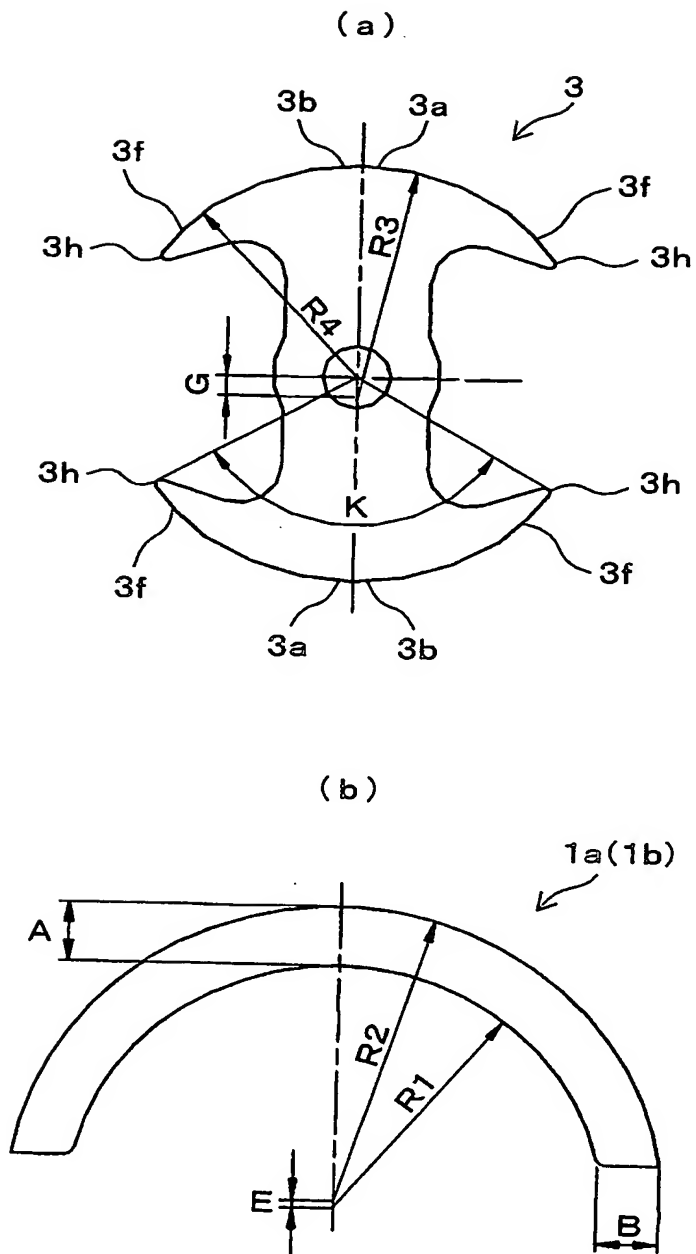


【図4】

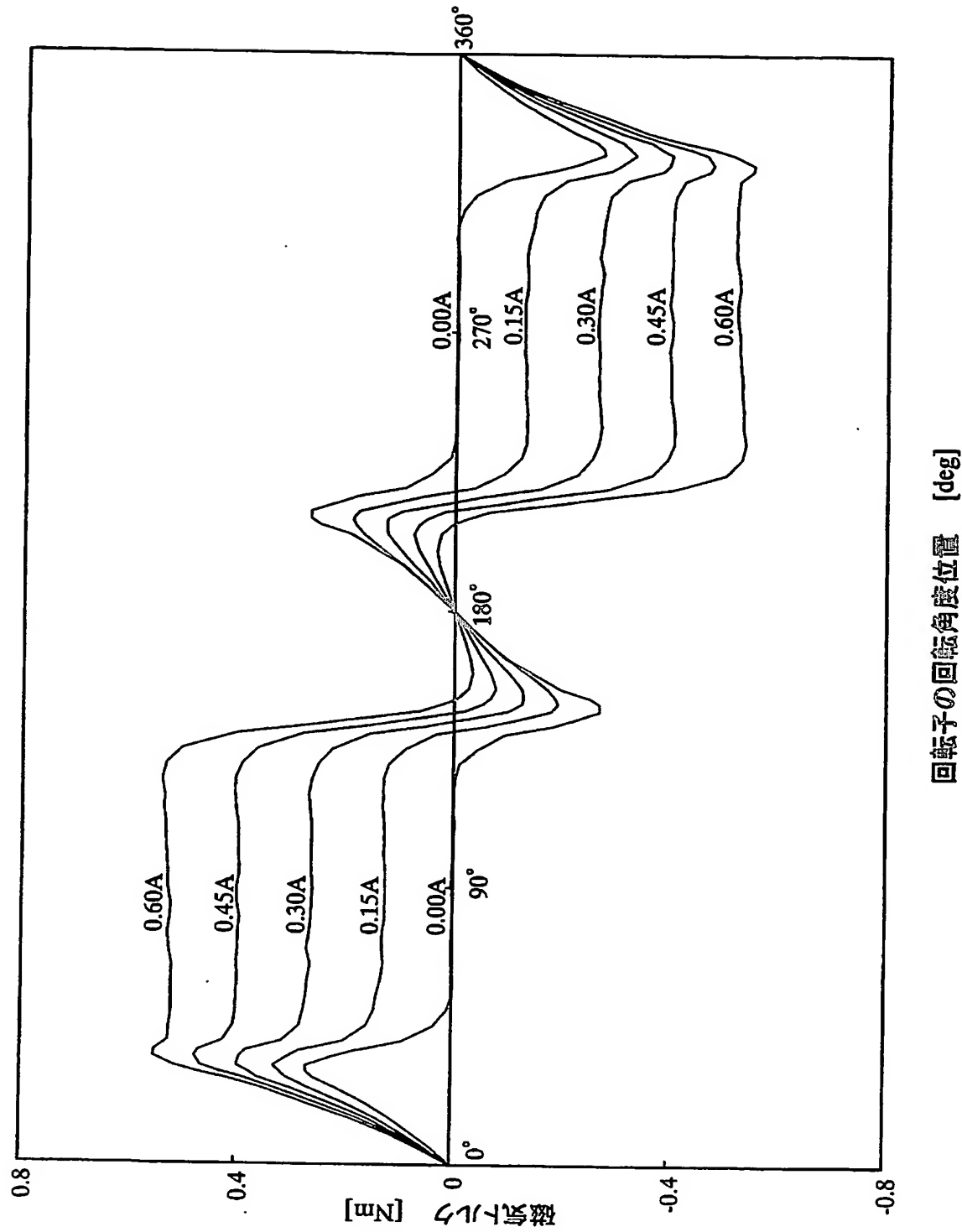




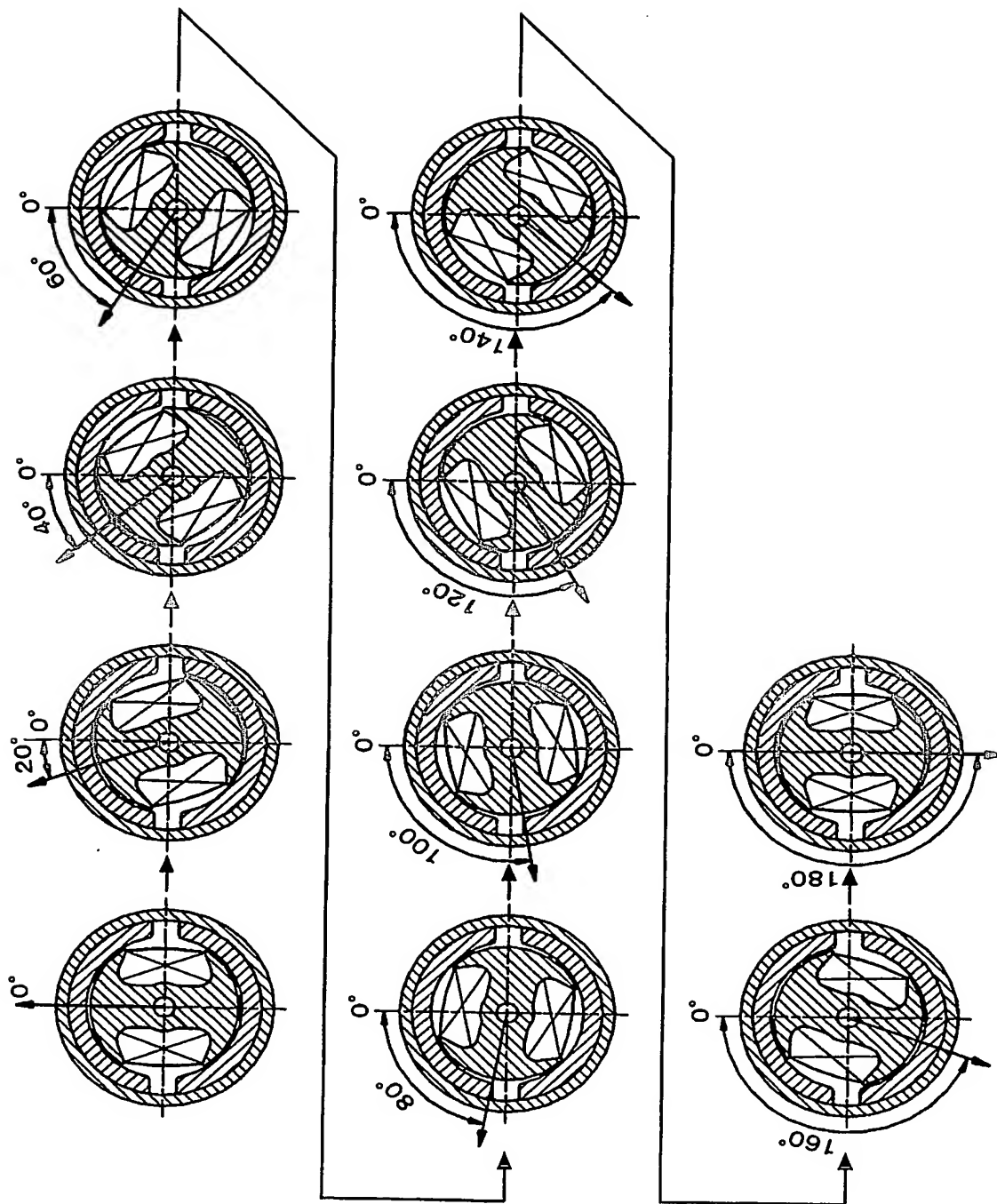
【図 5】



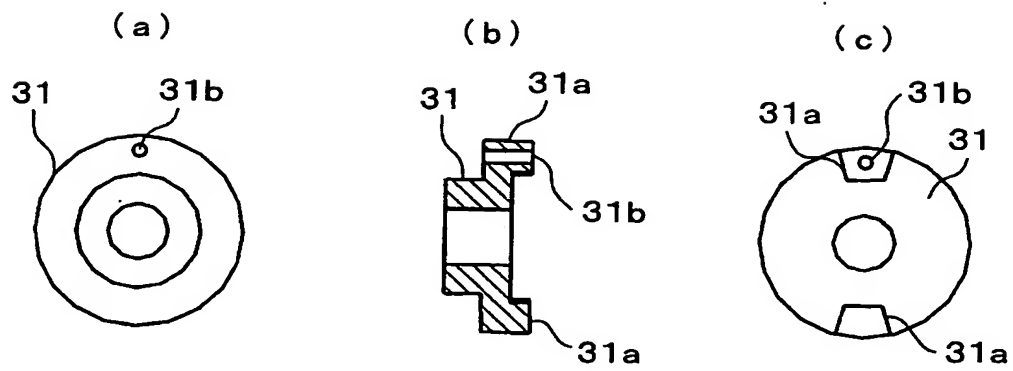
【図 6】



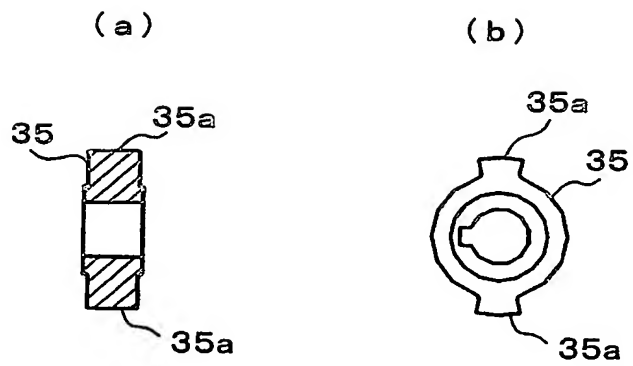
【図 7】



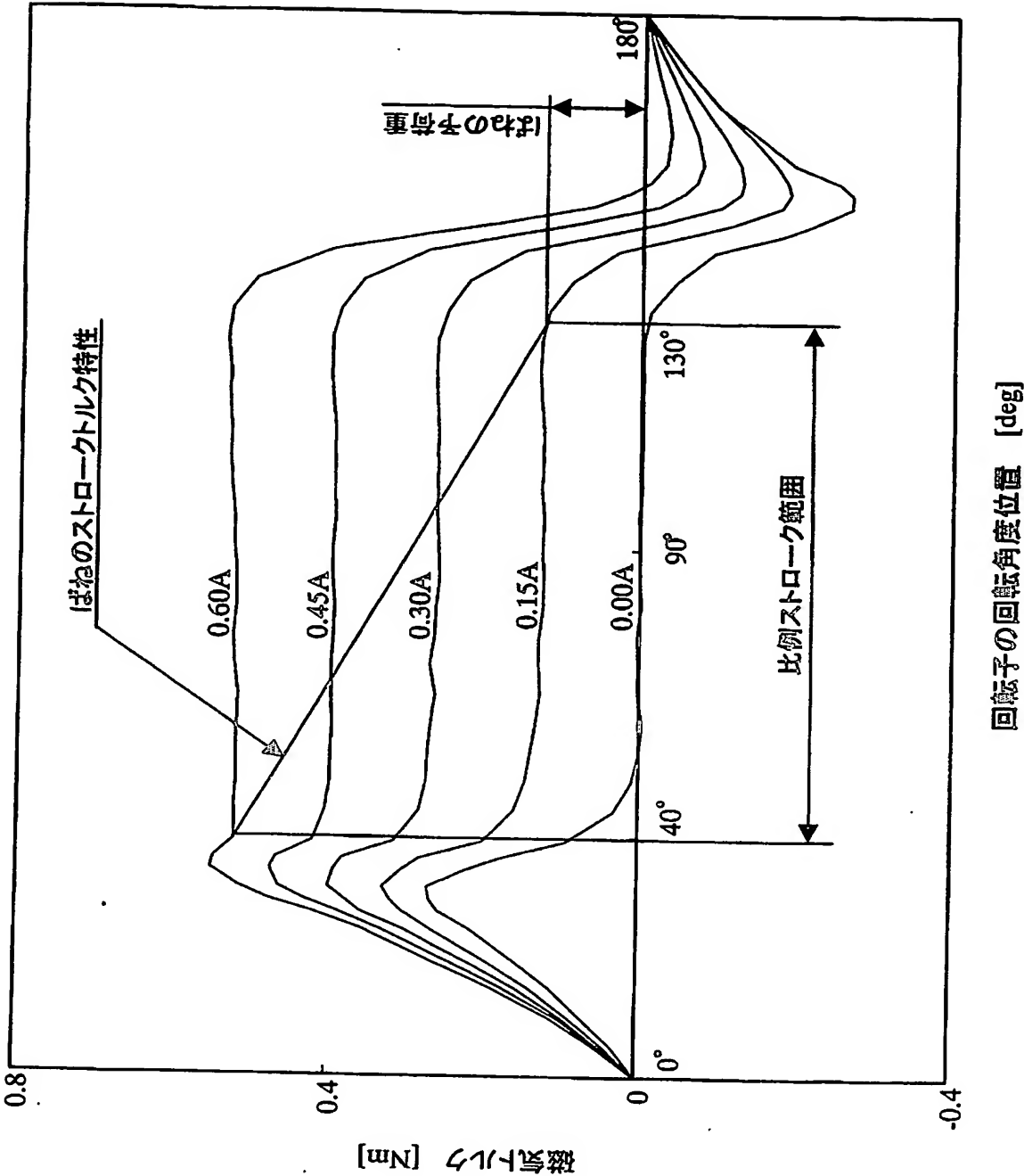
【図 8】



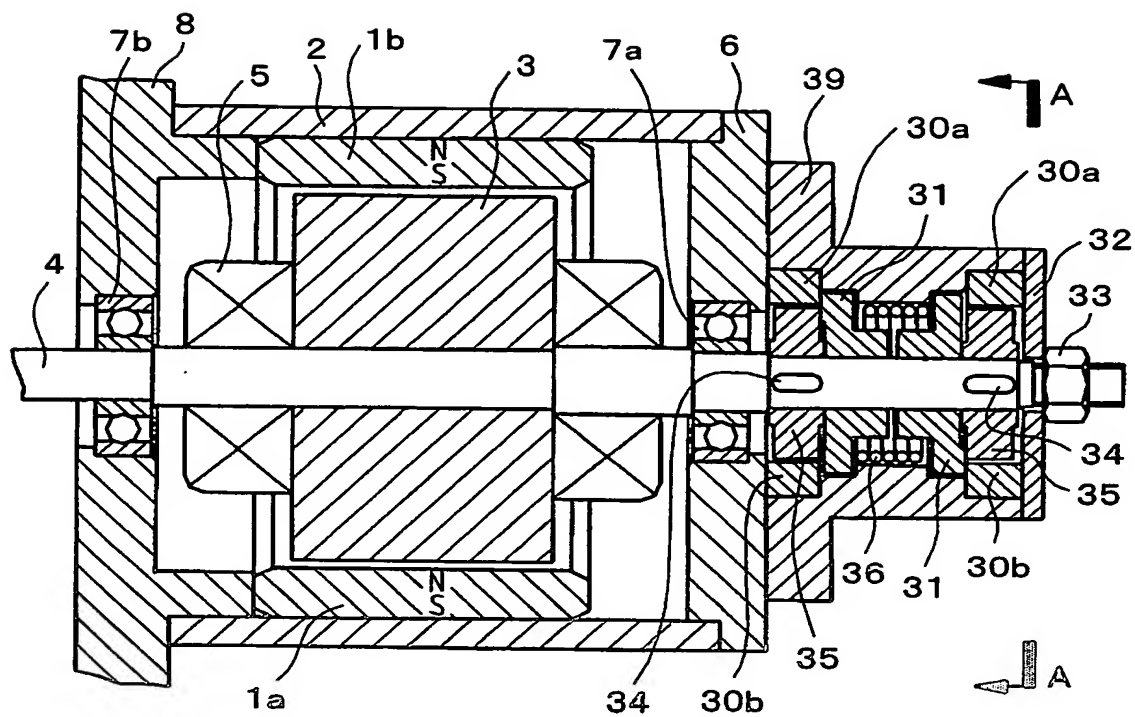
【図 9】



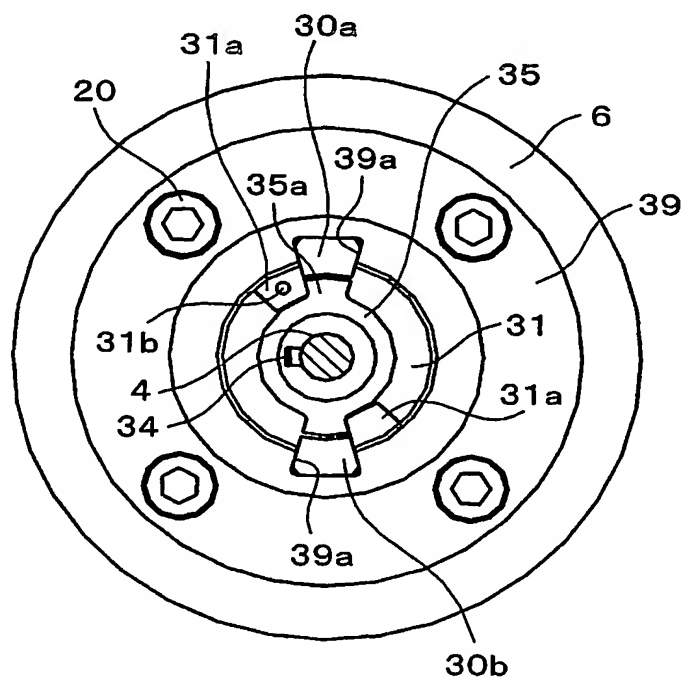
【図 10】



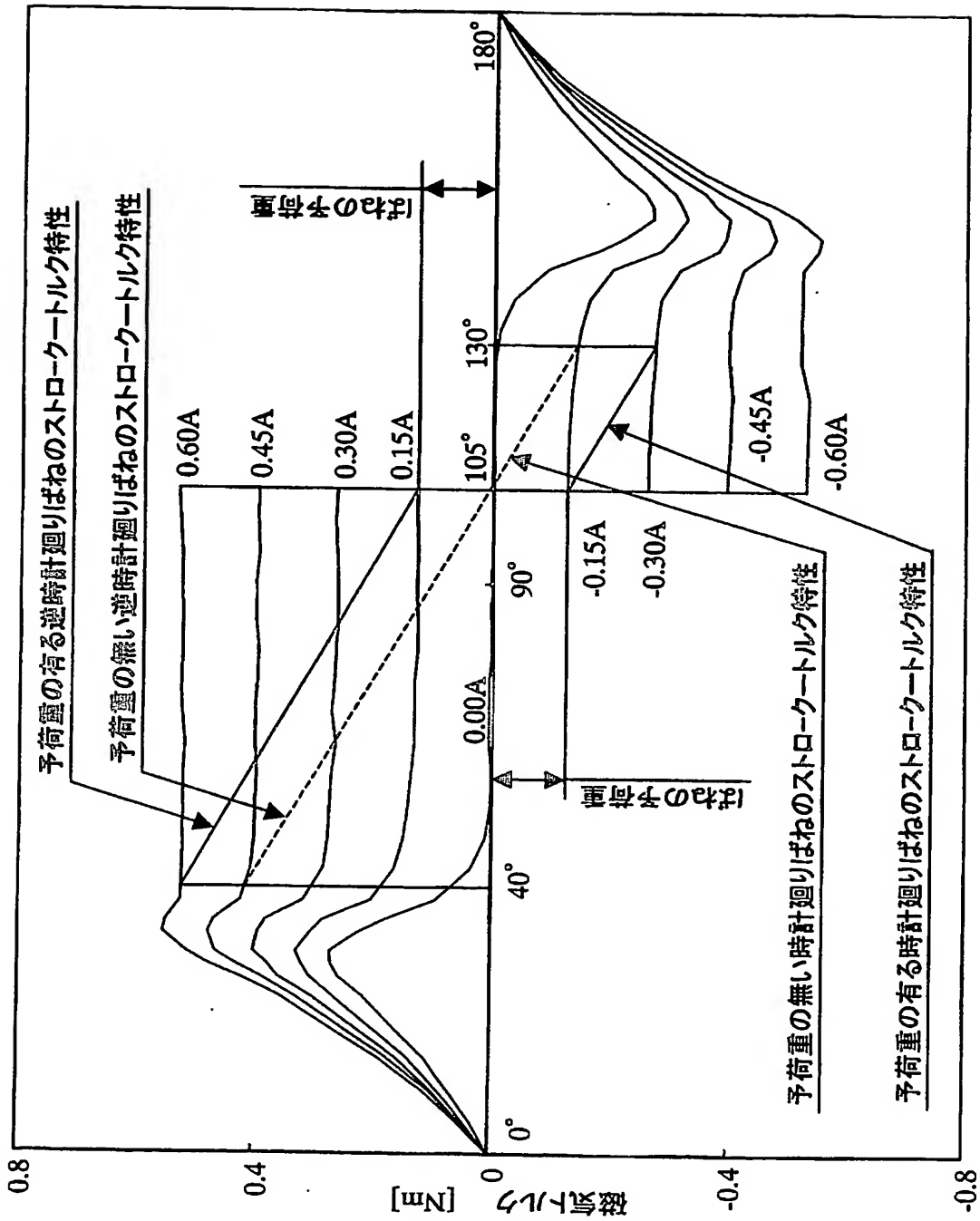
【図 1 1】



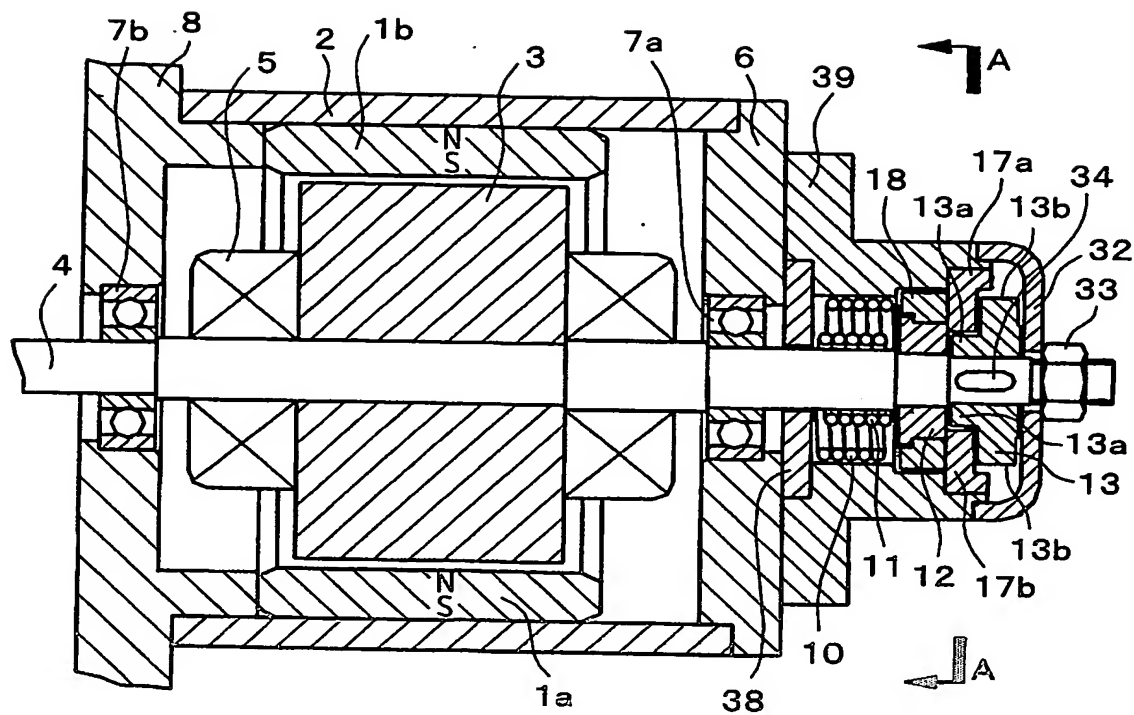
【圖 12】



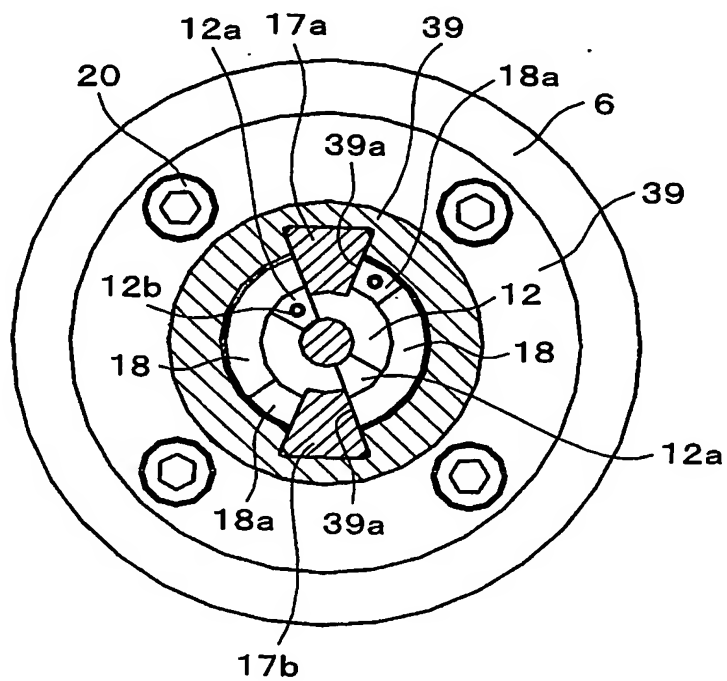
【図 13】



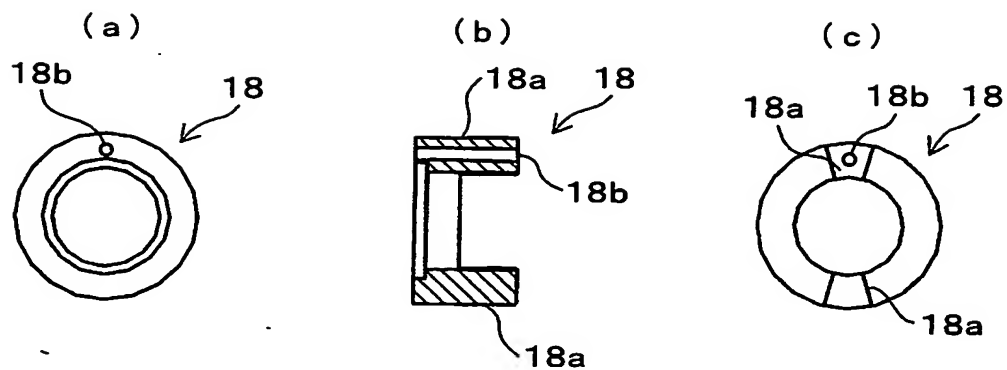
【図 14】



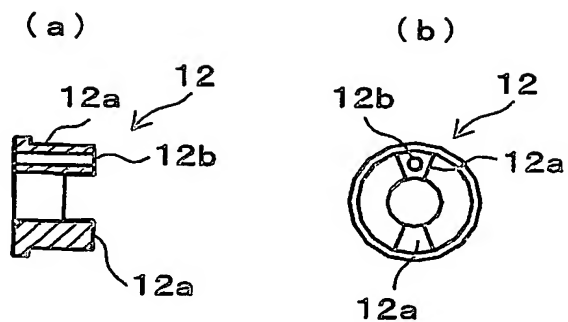
【図 15】



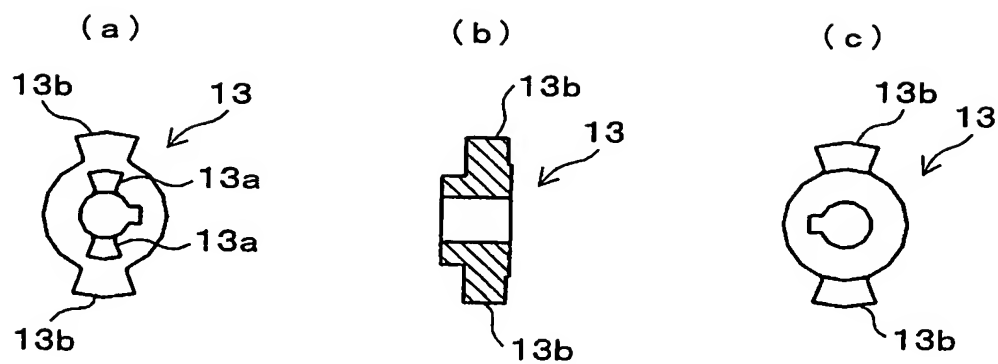
【図16】



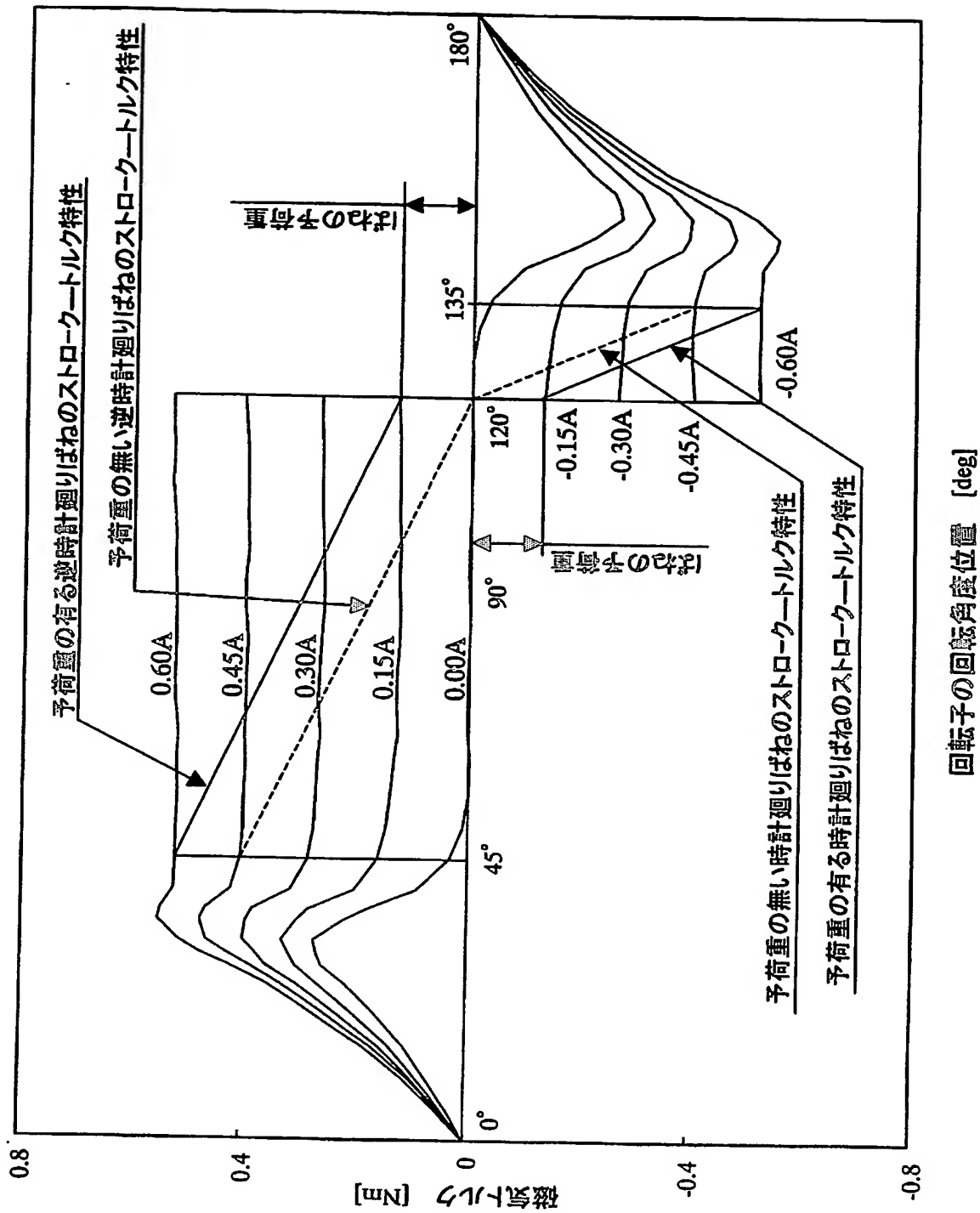
【図17】



【図18】



【図 19】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 簡単な構造で、励磁電流の大きさと通電方向に応じて任意の回転角度位置へ変位可能とするロータリーアクチュエータを提供する。

【解決手段】 複数の永久磁石 1 a、1 b を有する固定子と、複数の突極 3 a、3 a が形成された回転子鉄心 3 および回転子鉄心 3 に巻回された回転子コイル 5 を有する回転子とを具備し、回転子コイル 5 に通電することにより、通電した電流にほぼ比例するトルクを回転子と固定子との間に発生する磁気トルク発生部 A と、回転子と固定子との間に発生した磁気トルクが負荷されて該磁気トルクの大きさにほぼ比例した量変形するコイルばね 3 6 とを備えている。

【選択図】 図 1

特願 2003-100862

ページ: 1/E

出願人履歴情報

識別番号

[000114215]

1. 変更年月日
[変更理由]

住所
氏名

1990年 8月23日

新規登録

長野県北佐久郡御代田町大字御代田4106-73
ミネベア株式会社